

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

He is the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream in a low profile. [Field of the Invention]

Especially this invention relates to the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream in a low profile about a piezo-electric fan.

### [Background of the Invention]

Using a fan, in order to send air to an electronic-circuitry plate for cooling is known well technically. general -- this -- the fan of piezo-electricity or a rotary mold -- it is carried out.

The fan of a rotary mold has many faults. The migration components of a large number containing a bearing are required for them, and, for this reason, a certain type of lubrication is required inevitably. Generally a rotary fan may have a dimension and power consumption larger than a piezo-electric fan again, and a rotary fan may produce a remarkable electromagnetic interference (EMI) and radio frequency active jamming (RFI). Furthermore, in many cases, a rotary fan's life is shorter than a piezo-electric fan.

The piezo-electric fan is used as what is replaced with a rotary fan, they have few migration components, and the heat to generate is very few, and they have the harsh environment of a large temperature requirement and a large humidity requirement, or the large advantage that it is harmful and can be used even in an explosive-gas situation.

Generally the piezo-electric fan of the conventional technique is manufactured using the duplex blade design. Two crookedness blades are related mutually typically, shift 180 degrees of phases and are vibrated. Balance is kept dynamic by complementary order motion of two blades, and the oscillation and noise in equipment are made min. Though regrettable, the piezo-electric fan of a duplex blade has such a high (higher than the height of a circuit plate) profile that it is nonpermissible for many application.

Drawing 1 shows the duplex blade piezo-electricity fan 100 by the conventional technique. In drawing 1, housing 102 is related mutually and is supporting two fan blades 104 and 104' which shift 180 degrees of phases and drive them. The piezoelectric device inside housing 102 is energized by 1 pair of lead-wire 106, 106'. The surrounding airstream pattern of blade 104' is expressed by the arrow head which shows the airstream which frequents a fan 100. The fan of the conventional technique as shown in drawing 1 has a very high profile, and occupancy space is large. They are not suitable for cooling the electronic component in the latest electronic product packed closely, although a space limit can also be easily used in the application which does not become a problem.

Drawing 2 shows the flat duplex blade piezo-electricity fan's 200 another operation gestalt accepted in the conventional technique. The fan 200 contains two fan-blades 202, 202' separated by the anchoring beam 203. Each fan blade contains the piezoelectric device 204 driven so that a deflection may be produced in fan-blade 202, 202'.

A current energizes a piezoelectric device and this is shown in drawing 2 by the forward and negative lead wire combined with the component 204.

The airstream pattern of the fan-blade circumference is expressed with the arrow head which shows the

airstream which frequents a fan. Close generates the coming primary airstream at a fan's corner 206, and the coming secondary airstream generates close along with a fan's both sides 208. The airstream left from a fan is generated at the anchoring beam 203 and the edge 210 of the fan of an opposite hand. Moreover, the piezo-electric fan 200 has a fault on a large design. The remarkable volume is needed in order that the airstream by which close comes may give a fan 200 duct ventilation in not shaft orientations but such a case. Furthermore, the height of the thing of a duplex blade design may be restricted depending on an application.

Therefore, low power, a low noise, low cost, and a low oscillating design are possible, and the piezo-electric fan of a single blade is examined as what was improved technically by the low profile which can produce the airstream of sufficient shaft orientations to cool the electronic component in the strong and manufactured as order housing structure which makes the dimension of an electronic product small on the whole.

[Easy explanation of a drawing]

Drawing 1 shows the duplex blade piezo-electricity fan by the conventional technique.

Drawing 2 shows another operation gestalt of the duplex blade piezo-electricity fan by the conventional technique.

Drawing 3 shows 1 operation gestalt of the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream in the low profile by this invention.

Drawing 4 shows the top view of the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream in the low profile shown in drawing 3.

Drawing 5 shows the side elevation of the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream in the low profile shown in drawing 3 to which the blade stop block is added.

Drawing 6 A-6C shows the plan, side elevation, and bottom view of the piezoelectric device by lap round electrode design.

[Detailed explanation of a desirable operation gestalt]

Drawing 3 shows 1 operation gestalt of the single blade piezo-electricity fan 300 of shaft-orientations airstream in a low profile (namely, low height). This fan's main advantages are shaft-orientations airstream designs which perform self-duct ventilation in a low profile package.

Reference of drawing 3 shows the piezo-electric fan structure 300. The fan 300 contains the housing 302 which has the near end section 304 and the far-end section 306, and this housing 302 has extended in the lengthwise direction in the air substantially. Housing 302 contains 1 pair of low profile side-attachment-wall 312,312' between the base 308, the up electric shielding covering 310, and the base 308 and the up electric shielding covering 310. The air inlet field in the near end section 304 of housing 302 and the air-outlet field in the far-end section 306 of housing 302 produce the airstream of the shaft orientations from an air inlet field to an air-outlet field.

The fan 300 contains the single fan blade 314 which has been arranged inside housing 302 and attached near the air inlet field in two or more vertical anchoring posts 316 again. These anchoring posts 316 have the configuration where the width of face for leading the airstream during the anchoring post 316 to an air-outlet field from an air inlet field is narrow. In 1 operation gestalt, the single fan blade 314 consists of graphite composition ingredients which have a rigid (stiffness) high pair mass ratio. The single fan blade 314 may be made into a taper again according to a design consideration.

The fan 300 contains the piezoelectric device 318 attached and fixed to the single fan blade 314 again. This may be performed by the anchoring technique which can perform an adhesives ingredient and others. The piezoelectric device 318 contains one or more piezo-electric ceramic ingredient sheets.

When one or more ceramic sheets are used, a sheet is made into the bottom of a pressure and temperature in a laminating. All outside surfaces are covered with conductive metallic-coating coating substantially [ the sheet made into the laminating ] (refer to drawing 6 ). Then, one pair of lead wire 320 is combined with a piezoelectric device 318. Lead wire 320 is connected to the actuation circuit which energizes a piezoelectric device by alternating current in 1 operation gestalt.

Moreover, in drawing 3 , 1 pair of edge block 322,322' is arranged to the air-outlet field between side-attachment-wall 312,312' and the near edge in which the single fan blade 314 is not attached. Edge block

pair 322,322' helps control of the airstream which passes housing 302. The airstream which passes housing 302 is shown by a series of arrow heads in drawing 3 . Air flows from the near end section 304 of housing, and flows out of the far-end section 306 of housing 302.

Although drawing 3 shows the detailed drawing of 1 operation gestalt of the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream in the low profile, a component uniquely required for a piezo-electric fan structure is arranged inside housing which specifies the shaft-orientations airstream passing through an internal cavity, and housing, and he should understand that it is with the piezoelectric device attached in the single fan blade by which only the edge was attached in housing and a single fan blade fixed, and a means to energize a piezoelectric device. In a desirable operation gestalt, a means to energize a piezoelectric device is an actuation circuit.

One specific custom-made application with the piezo-electric ideal fan of a single blade is a laptop computer in a low profile. Since the inclination of this industry is facing to the small laptop computer with high performance, it is becoming difficult to cool the component relevant to these complicated machines, a processor, and a circuit. In order for the local field of the circuit plate of the laptop computer which controls the newest graphics and the newest similar system to generate the heat of a large quantity and to guarantee actuation with the high dependability of a computer, it is known that this heat must be emitted. The piezo-electric fan design of a duplex blade may be unable to be used for this application for lack of the airstream of a gestalt with that low height, and shaft orientations.

Drawing 4 shows the top view of the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream in the low profile shown in drawing 3 . It is shown in drawing 3 and the various components which attached and explained the label are shown in drawing 4 . These components are contained as reference to this explanation of drawing 4 in here. The airstream from the near end section 304 to the far-end section 306 of housing 302 of housing 302 is clearly shown in drawing 4 . In drawing 4 , the air which flows with the direction of the airstream which passes housing, and the air flowing out are shown by a series of arrow heads. In drawing 4 , it is important that it is shown clearly how the pair of edge block 322,322' and a fan blade 314 make the path of air changed so that air may advance the perimeter of edge block 322,322'.

Drawing 5 shows the side elevation of the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream in the low profile of drawing 3 which has the blade stop block. From this drawing, the piezo-electric housing 302, the near end section 304, the far-end section 306, and the base 308 are shown, and the up electric shielding covering 310 is formed. Inside housing, the anchoring post 316, the single fan blade 314, a piezoelectric device 318, and lead wire 320 are also formed. The air which flows out of the air which flows from the near end section 304 of housing 302, and the far-end section 306 of housing is shown by the arrow head. From this drawing, the deflection of the single fan blade 314 at the time of energization of a piezoelectric device 318 is shown as 1 set of broken lines of the upper and lower sides of the single fan blade 314. In a desirable operation gestalt, although a single fan blade approaches the base 308 or the up electric shielding covering 310, notice it about housing being designed so that it may never contact actually.

In still more nearly another operation gestalt of this invention, housing may include the blade halt block over the gravity high (high-gravity) application which needs the controlled peak deflection. A blade halt block sets up the motion limit community of a blade in the inside of housing. A blade halt block may support a blade so that the high ceramic tensile stress in the large environment of an impact may be eliminated again. One pair of blade halt blocks are shown as 324 and 324' in drawing 5 .

The importance of the airstream of the shaft orientations in this invention cannot be explained briefly. Since the additional ventilation duct for supplying opening of a blade corner by this becomes unnecessary, the airstream of shaft orientations is important. Packing of high density becomes possible by it. The volume of space required to make easy the air inflow in the piezo-electric fan who has shaft-orientations airstream, if it explains from another viewpoint is more nearly substantially [ than the volume of the space required of the piezo-electric fan who has the conventional airstream design ] small. Therefore, the magnitude of the actual volume in electronic en KUROJA only used for shaft-orientations airstream piezo-electricity fans is more nearly substantially [ than the usual airstream piezo-electricity

fan ] small.

Shaft-orientations airstream has the gap of air appropriation effective in the application substantially accompanied by a flat circuit plate or an electric element system in the housing structure which hardly exists. In such an environment, it is admitted that the heat of the local field on a circuit plate can be emitted, and the strong shaft-orientations airstream generated by the piezo-electric fan performs ventilation covering the whole electronic cabinet efficiently. Since the electronic product is designed using the small and lightweight component, the low profile cooling system of a single blade piezo-electricity fan's gestalt satisfies the demand about severe height, and it can be easily united with a low profile electronic product. Although a rotary fan can be formed in height of about 20mm, the single blade piezo-electricity fan of similar capacity is about 5mm or less in height.

Shaft-orientations airstream does not occur in a traditional oscillating fan design. In this invention, strong shaft-orientations airstream is the important description of a fan blade, and housing designs and these components are designed so that shaft-orientations airstream which crosses a piezo-electric fan may be made into max.

In order to realize desired shaft-orientations airstream, the configuration of housing is an important design consideration. In order to acquire a desired airstream property, a housing design is performed with a fan-blade design. In 1 operation gestalt of this invention, housing may be unified the external container of a laptop computer, and directly. With another operation gestalt of this invention, housing may be formed from the side attachment wall of the base, up electric shielding covering, and one pair of low profiles between these.

I hear that the height of the fan's profile is one half only, and one main advantage which uses a single blade is in a duplex blade design and a contrast target. When it states briefly, it does not pass over a single blade fan's height in a duplex blade fan's one half, but the amount of the ingredient used is one half. This enables it to unite a single blade fan with an unrealizable product and application in a duplex blade fan. One problem accompanying a design of a single blade piezo-electricity fan is that an additional oscillation may arise as compared with a duplex blade design.

Effect of an oscillation can be made into min by two approaches. In order to make an oscillation into min, both of two techniques who explain below are used for this invention. The oscillation to produce can be remarkably decreased by making motion mass into min the 1st. The lightweight-ized thin blade which is still maintaining desired resonance frequency is realizable with a rigid high blade ingredient. Furthermore, the mass of the ceramic wafer which forms a piezoelectric device can decrease by using the ceramic ingredient of a high grade, and such a ceramic ingredient can be sliced by the thin wafer component behind attached in a fan blade.

Another oscillating reduction approach which this invention uses includes decoupling a fan's mass from electronic en KUROJA (decouple). There is effectiveness of decreasing transfer of the oscillation to an end user in this. Therefore, the mono-blade (it is also called single blade) fan design to which the effect of an oscillation decreased can be used to many new applications.

Generally, it depends for the frequency of an oscillation of a fan blade on the magnitude of input voltage, the die length of a fan blade, and rigidity. According to a design variable, a blade may be driven at about 20 thru/or the suitable rate of arbitration [ like / with a frequency of about 100 Hertz ]. Drive frequency is almost equal to the proper resonance frequency (fundamental frequency) of a blade, in order to optimize a fan efficiency.

The relation between a fan-blade design and a means to energize a piezoelectric device (typically drive20 circuit) is another, important design consideration. With a desirable operation gestalt, alternating current input voltage is introduced with the resonance frequency which sided with the fan-blade design so that the height (hight) of the maximum sweep to a blade may be obtained. Therefore, driver voltage is one mechanism which can control fan-blade displacement. In a desirable operation gestalt, a fan blade is driven with the resonance frequency of itself, in order to make effectiveness into max.

It depends for a piezo-electric fan-blade ingredient on the specific environment where a fan will operate. However, generally, a rigid tare quantitative ratio is high and a fan blade is formed from the ingredient of low mass. For example, a graphite/epoxy ingredient fills these demands and the anisotropy property

which makes high rigidity in the shaft of another side over one shaft is shown. Although another suitable blade ingredient contains steel, aluminum, the Mylar, or the glass fiber, it is not limited to this. Of course, by lightweight-izing a fan, an oscillation decreases and the power consumption demanded decreases.

The profile of a piezo-electric fan blade is also a characteristic design. In the desirable operation gestalt, the fan blade has the taper so that one edge may become larger than another side. Generally, the edge attached becomes narrower than the deflection edge of a blade. Furthermore, as a fan's edge carries out airstream as order further, it may be made into a taper again. Although it depends also for a piezo-electric fan's thickness on a specific application, it is desirable to have structural integrity so that it may be hard to damage in the operating environment.

A piezo-electric wafer is combined with the both sides of a blade, when an electrical potential difference is impressed, it deviates, and you may make it the mono-morph or bimorph piezoelectric device which can be crooked. The idea of covering a piezo-electric wafer is also technical within the limits of this invention. An electrode coat may be performed by any of some adhesion techniques including spray drying, sputtering, vacuum evaporation, or other adhesion techniques.

Another important description of this invention is the controlled airstream especially in the circumference of a piezo-electric fan blade in housing. Almost all the airstream parameter is controlled by the activity of the ventilation duct according to the order designed based on characteristic application, and a fan-blade design. In addition to this, many variables are contained in an important variable not only at number and location of the pressure in an air flow duct, ambient temperature, the geometry of an air flow duct, and the piezo-electric fan in a system but at whenever [ desired air rate-of-flow ], and pressure drawdown, and a row.

The airstream property of the single blade piezo-electricity fan of shaft-orientations airstream is determined based on characteristic application in a low profile. A fan blade is made into the configuration which optimizes the direction of airstream, without sacrificing the engine performance which can be measured with whenever [ air rate-of-flow ], and a parameter like pressure drawdown. The big problem in a design of a piezo-electric fan is in anchoring of the piezoelectric device to a fan blade. In order to use the piezo-electric effect, the fan blade and the piezoelectric device must touch closely. It is desirable to make stress transmit to a fan blade very efficiently from a piezoelectric device according to the vendor (bender) theory and a design.

Therefore, with a desirable operation gestalt, the adhesives which have a thin adhesion line act to association with a piezoelectric device and a fan blade effectively. However, another anchoring technique like mechanical anchoring or other anchoring equipments can also be used.

Another, important description of this invention is related with the activity of the wrap around electrode on a piezo-electric fan blade. This is explained to a detail in drawing 6. By using a lap ARAUN dopa turn to a piezo-electric wafer electrode, they can come to be used with both the conductive and non-conductive blade ingredient. Until now, the piezo-electric fan design is using the conductive blade ingredient, in order to connect with an anchoring side electrode directly electrically. By taking in the patternized electrode (it being shown in drawing 6 like), a non-conductive ingredient can be used and weight, rigidity, and a design engine-performance demand can be satisfied.

The plan, side elevation, and bottom view of the piezoelectric device (piezo-electric wafer electrode) by wrap around electrode design are shown in drawing 6 A thru/or 6C. Reference of drawing 6 A shows the plan of the electrode pattern coat on the piezo-electric wafer 600. Notice the pattern to Electrode A (602) and Electrode B (604) about the ability to see by this plan. Drawing 6 B shows the side elevation of the piezo-electric wafer 600 which has Electrode A (602) on the top face, and has Electrode B (604) with the wrap around configuration. Notice two electrodes about connecting with common AC power supply. Drawing 6 C shows the bottom view of the piezo-electric wafer 600. The pattern of Electrode B is accepted in this drawing. By using a lap ARAUN dopa turn to a piezo-electric wafer electrode, it becomes possible to use them on both the conductive and non-conductive fan-blades ingredient. Still more nearly another, important description of this invention which can be used with a specific operation gestalt is installation of an edge block. An edge block is arranged to the air-outlet field

between a side attachment wall and the edge in which a single fan blade is not attached (322,322' in drawing 3 ). The object of an edge block is producing the shaft-orientations airstream which passes along housing. The rate to which, as for the configuration of an edge block, airstream comes out of housing is controlled. The order design of the edge block is carried out so that a customer's specification may be satisfied, but with 1 operation gestalt of this invention, since airstream increases the rate which comes out of housing, the edge block made into the taper is used.

The additional object of an edge block is preventing a short circuit. A short circuit is the terminology showing the situation that air generates a small circular pattern, without true shaft-orientations airstream also already advancing. By this, a piezo-electric fan's overall effectiveness of operation falls, and a transfer of the maximum mass decreases. Thus, an edge block offers a very useful and required design property, and can be formed as order to characteristic application.

The piezo-electric fan of this invention can determine the dimension according to the dimension of characteristic application, and an airstream demand. Although the small fan blade which probably cools the limited very narrow field which is a single electronic device is examined by 1 operation gestalt, you may be the design for a large-sized fan blade and housing designed so that large en KUROJA with the need of using a lot of power with another operation gestalt might be cooled.

Although the various operation gestalten of this invention are illustrated and it is explained, this contractor should understand that it is possible to perform not only reconstruction and the combination of the aforementioned operation gestalt but various corrections and permutations, without deviating from the technical range of this invention.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-513070

(P2000-513070A)

(43) 公表日 平成12年10月3日 (2000. 10. 3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターマコード\* (参考)

F 0 4 D 33/00

F 0 4 D 33/00

F 0 4 F 7/00

F 0 4 F 7/00

H 0 1 L 41/09

H 0 1 L 41/08

V

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平11-500685  
(86) (22) 出願日 平成10年5月4日 (1998. 5. 4)  
(85) 翻訳文提出日 平成11年11月30日 (1999. 11. 30)  
(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 8 / 0 9 0 8 4  
(87) 国際公開番号 W O 9 8 / 5 4 7 6 5  
(87) 国際公開日 平成10年12月3日 (1998. 12. 3)  
(31) 優先権主張番号 0 8 / 8 6 6 , 4 3 3  
(32) 優先日 平成9年5月30日 (1997. 5. 30)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)  
(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), CN, JP, KR

(71) 出願人 シーティーエス・コーポレーション  
アメリカ合衆国、インディアナ州 46514、  
エルクハート、ウエスト・ブルバード・  
ノース 905  
(72) 発明者 ロシンスキー、アルマンド  
アメリカ合衆国、ニューメキシコ州  
87111、アルプケルク、カレ・セレザ・エ  
ヌ・イー 12705  
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファン

(57) 【要約】

高さの低い、軸方向の空気流を生成する単一ファンブレードの圧電ファンが提供される。このファンは圧電ファン装置 (300) の形態であり、それは内部空洞を通る軸方向空気流を規定するハウジング (302) を備えている。ハウジング (302) の内側には一方の端部だけによってハウジング (302) に取付けられた単一ファンブレード (314) が設けられている。圧電素子 (318) は単一ファンブレード (314) に取付けられて固定され、圧電素子 (318) が付勢されるとき単一ファンブレード (314) を屈曲させる。この圧電ファン装置 (300) は、低電力で小型のファン装置が望まれる用途で電子部品の冷却に使用されることができる。

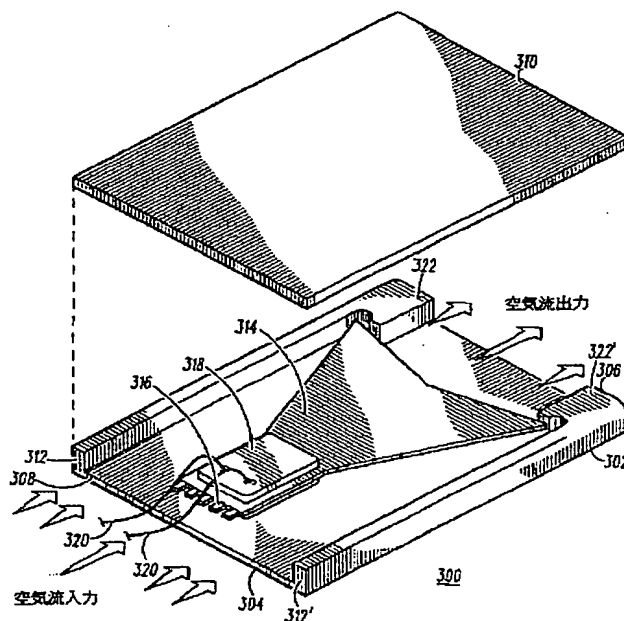


FIG. 3

【特許請求の範囲】

1. 内部空洞を通る軸方向空気流を規定するハウジングと、  
前記ハウジングの内部に配置され、一方の端部だけによってハウジングに取付けられている単一ファンブレードと、  
単一ファンブレードに取付けられて固定されている圧電素子と、  
圧電素子を付勢する手段とを具備していることを特徴とする高さの低い圧電ファン装置。
2. ファンブレードは、高い剛性対重量比および低い質量を有するグラファイトエポキシ材料で構成されている請求項1記載の圧電ファン装置。
3. ファンブレードは、取付けられていない端部と取付けられた端部とを有し、ファンブレードの取付けられていない端部がその取付けられた端部より広くなるようにテーパを有するエッジを有している請求項1記載の圧電ファン装置。
4. ハウジングの全体の高さは、約0.508cm(0.200インチ)以下である請求項1記載の圧電ファン装置。
5. 圧電素子を付勢する手段は、約20乃至約1000ヘルツの周波数で動作することができる駆動回路を含んでいる請求項1記載の圧電ファン装置。
6. ハウジングは、ラップトップコンピュータの外部容器と直接一体化されている請求項1記載の圧電ファン装置。
7. 圧電素子は、ラップ・アラウンド電極構造を有している請求項1記載の圧電ファン装置。
8. ハウジングは、ブレード停止ブロックを含んでいる請求項1記載の圧電ファン装置。
9. 内部空洞を通る軸方法空気流を規定するハウジングと、  
ハウジングの内側に位置され、一方の端部だけによってハウジングに取付けられ、導電性の被覆で覆われた圧電素子をその上に有している単一ファンブレードと、  
圧電素子を付勢する手段とを具備していることを特徴とする高さの低い圧電ファン装置。
10. 近端部および遠端部を有し、ベースと、上部遮蔽カバーと、ベースと上部



遮蔽カバーとの間の1対の高さの低い側壁とを備え、近端部における空気入口領域および遠端部における空気出口領域を含み、空気入口領域から空気出口領域に向かって軸方向の空気流を生じさせる実質的に中空で縦方向に延在するハウジングと、

ハウジングの内側に配置され、複数の垂直取付けポストによって空気入口領域付近においてハウジングに取付けられ、高い剛性対質量比を有するグラファイト合成材料で構成され、側壁の近くにおいてエッジにテーパを有している単一ファンブレードと、

単一ファンブレードに接着材料によって取付けられて固定され、外面全体が導電性の金属被覆で覆われた圧電セラミック材料のシートを1以上含み、主面上に導線を備えた1対の電極を有する圧電素子と、

空気出口領域において側壁と単一ファンブレードの取付けられていない端部との間に設けられ、ハウジングを通る空気流を制御する1対の端部ブロックと、

圧電素子を交流で付勢する駆動回路とを具備していることを特徴とする圧電ファン装置。

## 【発明の詳細な説明】

低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファン

### [発明の分野]

本発明は圧電ファンに関し、とくに低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファンに関する。

### [発明の背景]

冷却のために電子回路板に対して空気を送るためにファンを使用することは、技術的によく知られている。一般に、これは、圧電またはロータリー型のファンによって行われている。

ロータリー型のファンには多くの欠点がある。それらにはベアリングを含む多数の移動部品が必要であり、このため必然的に何等かのタイプの注油が要求される。ロータリーファンはまた一般に寸法および消費電力が圧電ファンより大きく、ロータリーファンは、著しい電磁妨害 (EMI) および無線周波数妨害 (RFI) を生じさせる可能性がある。さらに、ロータリーファンの寿命は、多くの場合、圧電ファンより短い。

圧電ファンはロータリーファンに代わるものとして使用されており、それらは移動部品が少なく、発生する熱がごくわずかであり、広い温度範囲、広い湿度範囲の過酷な環境、あるいは有害で爆発性ガス状況においてさえ使用されることができるという大きい利点がある。

従来技術の圧電ファンは、一般的に二重ブレード設計を使用して製造されている。2個の屈曲ブレードは、典型的に互いに関して位相を  $180^\circ$  ずらして振動させられる。2個のブレードの相補的な前後運動によって、動的に均衡が保たれ、また装置における振動および雑音が最小にされる。残念ながら、二重ブレードの圧電ファンは、多くの適用にとって許容できないほど高い (回路板の高さより高い) プロファイルを有している。

図1は、従来技術による二重ブレード圧電ファン100を示している。図1において、ハウジング102は、互いに関して位相を  $180^\circ$  ずらして駆動される2個

のファンブレード104および104'を支持している。ハウジング102の内側の圧電素

子は、1対の導線106, 106'によって付勢される。ブレード104'の周辺の空気流パターンは、ファン100に出入りする空気流を示す矢印によって表されている。図1に示されているような従来技術のファンは、非常に高いプロファイルを有し、また占有空間が大きい。それらは空間制限が問題にならない適用において容易に使用されることもできるが、最近の電子製品における緊密にパックされた電子コンポーネントを冷却するのには適さない。

図2は、従来技術において認められるフラット二重ブレード圧電ファン200の別の実施形態を示す。ファン200は、取付けビーム203によって分離された2個のファンブレード202, 202'を含んでいる。各ファンブレードは、ファンブレード202, 202'において偏向を生じさせるように駆動される圧電素子204を含んでいる。電流は圧電素子を付勢し、図2では、これは素子204に結合された正および負の導線で示されている。

ファンブレード周辺の空気流パターンは、ファンに出入りする空気流を示す矢印で表されている。入ってくる1次空気流はファンのコーナー206で発生し、入ってくる2次空気流がファンの両側208に沿って発生する。ファンから出ていく空気流は、取付けビーム203と反対側のファンの端部210で発生する。

また、圧電ファン200には大きい設計上の欠点がある。ファン200に入ってくる空気流は軸方向ではなく、このような場合、ダクト換気を行うためにかなりの容積が必要になる。さらに、二重ブレード設計のものの高さは、用途によっては制限される可能性がある。

したがって、低電力、低雑音、低コストおよび低振動設計が可能であり、また電子製品の寸法を全体的に小さくする堅牢で注文通りに製造されたハウジング構体の中の電子コンポーネントを冷却するのに十分な軸方向の空気流を生じさせることのできる低プロファイルで単一ブレードの圧電ファンが技術的に改良されたものとして検討される。

#### [図面の簡単な説明]

図1は、従来技術による二重ブレード圧電ファンを示す。

図2は、従来技術による二重ブレード圧電ファンの別の実施形態を示す。

図3は、本発明による低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファンの1実施形態を示す。

図4は、図3に示された低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファンの平面図を示す。

図5は、ブレードストップブロックが追加されている図3に示された低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファンの側面図を示す。

図6A-6Cは、ラップ・ラウンド電極設計による圧電素子の上面図、側面図および底面図を示す。

[好ましい実施形態の詳細な説明]

図3は、低プロファイル（すなわち低い高さ）で軸方向空気流の単一ブレード圧電ファン300の1実施形態を示す。このファンの主な利点は、低プロファイルパッケージにおける自己ダクト換気を行う軸方向空気流設計である。

図3を参照すると、圧電ファン構体300が示されている。ファン300は、近端部304および遠端部306を有するハウジング302を含んでおり、このハウジング302は実質的に中空の縦方向に延在している。ハウジング302は、ベース308、上部遮蔽カバー310、およびベース308と上部遮蔽カバー310との間の1対の低プロファイル側壁312, 312'を含んでいる。ハウジング302の近端部304における空気入口領域およびハウジング302の遠端部306における空気出口領域は、空気入口領域から空気出口領域への軸方向の空気流を生じさせる。

ファン300はまた、ハウジング302の内側に配置されて複数の垂直取付けポスト316によって空気入口領域の近くに取り付けられた単一ファンブレード314を含んでいる。これらの取付けポスト316は、取付けポスト316間の空気流を空気入口領域から空気出口領域に導くための幅の狭い形状を有している。1実施形態において、単一ファンブレード314は、高い剛性(stiffness)対質量比を有するグラファイト合成材料で構成されている。単一ファンブレード314はまた、設計考慮事項に応じて先細にされてもよい。

ファン300はまた、単一ファンブレード314に取り付けられて固定された圧電素子318を含んでいる。これは、接着剤材料その他の実行可能な取付け技術で行われてよい。圧電素子318は、1以上の圧電セラミック材料シートを含んでいる。

1以上のセラミックシートが使用された場合、シートは圧力および温度下において積層にされる。積層にされたシートの実質的に全ての外面は、導電性の金属被覆コーティングで被覆される(図6参照)。その後、1対の導線320が圧電素子318に結合される。1実施形態において、導線320は、圧電素子を交流で付勢する駆動回路に接続される。

また図3において、1対の端部ブロック322, 322'が側壁312, 312'と単一ファンブレード314の取付けられていない側の端部との間の空気出口領域に配置されている。端部ブロック対322, 322'は、ハウジング302を通過する空気流の制御を助ける。ハウジング302を通過する空気流は、図3において一連の矢印で示されている。空気はハウジングの近端部304から流入し、ハウジング302の遠端部306から流出する。

図3は低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファンの1実施形態の詳細な図面を示しているが、圧電ファン構体に唯一必要な素子は、内部空洞を通る軸方向空気流を規定するハウジングと、ハウジングの内側に配置され一方の端部だけがハウジングに取付けられた単一ファンブレードと、単一ファンブレードに固定的に取付けられた圧電素子と、圧電素子を付勢する手段とであることを理解すべきである。好ましい実施形態において、圧電素子を付勢する手段は、駆動回路である。

低プロファイルで単一ブレードの圧電ファンが理想的である1つの特定のカスタム用途はラップトップコンピュータである。この業界の傾向は高性能で小型のラップトップコンピュータに向かっているため、これらの複雑化したマシンに関連したコンポーネント、プロセッサおよび回路を冷却することが困難になってきている。最新のグラフィックスおよび類似したシステムを制御するラップトップコンピュータの回路板の局部領域は大量の熱を発生し、コンピュータの信頼性の高い動作を保証するためにこの熱を発散しなければならないことが知られている。二重ブレードの圧電ファン設計は、その高さの低い形態と軸方向の空気流の欠如のために、この用途に利用できない可能性がある。

図4は、図3に示されている低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファンの平面図を示す。図4には、図3に示され、ラベルを付けて説明した種

々の素子が示されている。これらの素子は、ここにおいて図4のこの説明に対する参考として含まれている。図4にはハウジング302の近端部304からハウジング302の遠端部306への空気流が明瞭に示されている。図4において、ハウジングを通過する空気流の方向と共に、流入する空気および流出する空気が一連の矢印で示されている。図4において、空気が端部ブロック322, 322'の周囲を進行するように、端部ブロック322, 322'の対およびファンブレード314が空気の通路をどのようにして変えさせるかが明瞭に示されていることが重要である。

図5は、ブレードストップブロックを有している図3の低プロファイルで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファンの側面図を示す。この図面から、圧電ハウジング302、近端部304および遠端部306、ならびにベース308が示され、また上部遮蔽カバー310が設けられている。ハウジングの内側には、取付けポスト316、単一ファンブレード314、圧電素子318および導線320もまた設けられている。ハウジング302の近端部304から流入する空気およびハウジングの遠端部306から流出する空気が矢印で示されている。この図面から、圧電素子318の付勢時における単一ファンブレード314の偏向は、単一ファンブレード314の上下の1組の破線として示されている。好ましい実施形態において、単一ファンブレードはベース308または上部遮蔽カバー310に接近するが実際には決して接触しないようにハウジングが設計されていることに注意されたい。

本発明のさらに別の実施形態において、ハウジングは制御されたピーク偏向を必要とする高重力(high-gravity)用途に対するブレード停止ブロックを含んでもよい。ブレード停止ブロックは、ハウジングの内側においてブレードの移動限界を設定するに過ぎない。ブレード停止ブロックはまた、衝撃の大きい環境における高いセラミック引張り応力を消去するようにブレードをサポートしてもよい。1対のブレード停止ブロックは、図5において324および324'として示されている。

本発明における軸方向の空気流の重要性を簡単に説明することはできない。軸方向の空気流は、これによってブレードコーナーの開口に供給するための付加的な換気ダクトが不要になるので重要である。それによって高密度のパッキングが可能になる。別の観点から説明すると、軸方向空気流を有する圧電ファンにおけ

る空気流入を容易にするのに必要な空間の体積は、従来の空気流設計を有する圧電ファンに要求される空間の容積より実質的に小さい。したがって、軸方向空気流圧電ファン専用に使われる電子エンクロジャ中の実際の容積の大きさは、通常の空気流圧電ファンより実質的に小さい。

軸方向空気流は、空気流用の間隙がほとんど存在しないハウジング構体中の実質的に平坦な回路板または電気素子システムを伴う用途に有効である。このような環境において、圧電ファンによって発生させられた強い軸方向空気流は、回路板上の局部領域の熱を発散できることが認められており、電子キャビネット全体にわたる換気を効率的に行う。電子製品は小型で軽量の素子を使用して設計されているため、単一ブレード圧電ファンの形態の低プロファイル冷却システムが厳しい高さについての要求を満足させ、低プロファイル電子製品と容易に一体化されることができる。ロータリーファンは約20mmの高さで形成されることができるが、類似した能力の単一ブレード圧電ファンは約5mm以下の高さである。

伝統的な振動ファン設計では、軸方向空気流が発生しない。本発明において、強い軸方向空気流がファンブレードの重要な特徴であり、圧電ファンを横切る軸方向空気流を最大にするようにハウジング設計およびこれらの素子が設計される。

。 所望の軸方向空気流を実現するために、ハウジングの形状が重要な設計考慮事項である。所望の空気流特性を得るために、ファンブレード設計と共にハウジング設計を行う。本発明の1実施形態において、ハウジングは、たとえば、ラップトップコンピュータの外部容器と直接一体化されてもよい。本発明の別の実施形態では、ハウジングは、ベース、上部遮蔽カバーおよびこれらの間の1対の低プロファイルの側壁から形成されてもよい。

単一ブレードを使用する1つの主要な利点は、二重ブレード設計と対照的にそのファンのプロファイルの高さがわずかに半分であるということである。簡単に述べると、単一ブレードファンの高さは二重ブレードファンの半分に過ぎず、使用される材料の量が半分である。これによって、二重ブレードファンでは実現できない製品および適用に単一ブレードファンを一体化することが可能となる。単一ブレード圧電ファンの設計に伴う1つの問題は、二重ブレード設計に比較して付

加的な振動が生じる可能性があることである。

振動の影響は2つの方法で最小にすることができる。本発明は、振動を最小にするために以下に説明する2つの技術の両者を使用する。第1に、運動質量を最小にすることによって、生じる振動を著しく減少させることができる。高い剛性のブレード材料によって、所望の共振周波数を依然として維持している薄い軽量化されたブレードが実現できる。さらに、圧電素子を形成するセラミックウェハの質量は、高純度のセラミック材料を使用することによって減少されることができ、このようなセラミック材料は、後にファンブレードに取付けられる薄いウェハ素子にスライスされることができる。

本発明が使用するもう1つの振動減少方法は、電子エンクロージャからファンの質量を減結合(decouple)することを含む。これには、エンドユーザへの振動の伝達を減少するという効果がある。したがって、振動の影響が減少されたモノブレード(単一ブレードとも言う)ファン設計は、多くの新しい用途に対して使用されることができる。

一般に、ファンブレードの振動の周波数は、入力電圧の大きさおよびファンブレードの長さおよび剛性に依存する。設計変数に応じて、ブレードは、約20乃至約100ヘルツの周波数のような任意の適切な速度で駆動されてよい。駆動周波数は、ファン効率を最適化するためにブレードの固有共振周波数(基本周波数)にほぼ等しい。

ファンブレード設計と圧電素子(典型的に、drive20回路)を付勢する手段との関係は、別の重要な設計考慮事項である。好ましい実施形態では、ブレードに対する最大掃引の高さ(height)が得られるように、ファンブレード設計に同調された共振周波数で交流入力電圧が導入される。したがって、駆動電圧は、ファンブレード変位を制御することのできる1つのメカニズムである。好ましい実施形態において、ファンブレードは、効率を最大にするためにそれ自身の共振周波数で駆動される。

圧電ファンブレード材料は、ファンが動作することとなる特定の環境に依存する。しかしながら、一般にファンブレードは、剛性対重量比が高く低質量の材料



から形成される。たとえば、グラファイトエポキシ材料は、これらの要求を満たし、一方の軸に対する他方の軸における剛性を高くする異方性特性を示す。別の

適切なブレード材料は、スチール鋼、アルミニウム、マイラーまたはガラス繊維を含んでいるが、これに限定されない。もちろん、ファンを軽量化することによって振動が減少し、要求される電力消費量が減少する。

圧電ファンブレードのプロフィールもまた、特有の設計である。好ましい実施形態において、ファンブレードは、一方の端部が他方より広くなるようにテーパを有している。一般的に、取付けられる端部がブレードの偏向端部より狭くなる。さらに、ファンの端部はまた、空気流をさらに注文通りにするように先細にされてもよい。圧電ファンの厚さもまた特定の用途に依存するが、その動作環境において破損しにくいように構造的完全性を有していることが望ましい。

圧電ウェハをブレードの両側に結合し、電圧が印加されたときに偏向され、屈曲することのできるモノモルフまたはバイモルフ圧電素子にしてもよい。圧電ウェハを被覆するという考えもまた本発明の技術的範囲内である。電極被覆は、スプレー乾燥、スパッタリング、蒸着または他の接着技術を含むいくつかの付着技術のいずれによって行われてもよい。

本発明のもう1つの重要な特徴は、ハウジング内における、とくに圧電ファンブレードの周辺における制御された空気流である。ほとんどの空気流パラメータは、特有の適用に基づいて設計される注文に応じた換気ダクトおよびファンブレード設計の使用によって制御される。重要な変数には、空気流ダクト内の圧力、周辺温度、空気流ダクトの幾何学的形状、システム内の圧電ファンの数および位置だけでなく、所望の空気流速および圧力降下、ならびにその他多数の変数が含まれる。

低プロフィールで軸方向空気流の単一ブレード圧電ファンの空気流特性は、特有の適用に基づいて決定される。ファンブレードは、空気流速および圧力降下のようなパラメータによって測定されることのできる性能を犠牲にせずに、空気流方向を最適化する形状にされる。

圧電ファンの設計における大きな問題は、ファンブレードに対する圧電素子の

取付けにある。圧電効果を利用するために、ファンブレードと圧電素子とは緊密に接触していなければならない。ベンダー(bender)理論および設計にしたがって、応力を圧電素子からファンブレードに非常に効率的に伝達させることが望ましい。

そのため、好ましい実施形態では、細い接着ラインを有する接着剤が圧電素子とファンブレードとの結合に効果的に作用する。しかしながら、機械的な取付けまたはその他の取付け装置のような別の取付け技術を使用することもできる。

本発明の別の重要な特徴は、圧電ファンブレード上におけるラップ・アラウンド電極の使用に関する。図6においてこれを詳細に説明する。圧電ウェハ電極に対してラップ・アラウンドパターンを使用することにより、それらは導電性および非導電性の両ブレード材料で使用されることができるようになる。これまで、圧電ファン設計は、取付け面電極に直接電氣的に接続するために導電性ブレード材料を使用している。パターン化された電極(図6に示されているように)を取り入れることによって非導電性の材料を使用して、重量、剛性および設計性能要求を満足させることができる。

図6A乃至6Cには、ラップ・アラウンド電極設計による圧電素子(圧電ウェハ電極)の上面図、側面図および底面図が示されている。図6Aを参照すると、圧電ウェハ600上の電極パターン被覆の上面図が示されている。電極A(602)および電極B(604)に対するパターンは、この上面図で見ることができることに注意されたい。図6Bは、電極A(602)を上面に有し、また電極B(604)をラップ・アラウンド構成で有している圧電ウェハ600の側面図を示す。両電極は、共通の交流電源に接続されていることに注意されたい。図6Cは、圧電ウェハ600の底面図を示す。この図面には、電極Bのパターンが認められる。圧電ウェハ電極に対してラップ・アラウンドパターンを使用することによって、それらは導電性および非導電性の両ファンブレード材料上で使用されることが可能になる。

特定の実施形態で使用できる本発明のさらに別の重要な特徴は、端部ブロックの導入である。端部ブロックは、側壁と単一ファンブレードの取付けられていない端部との間の空気出口領域に配置される(図3における322, 322')。端部ブ

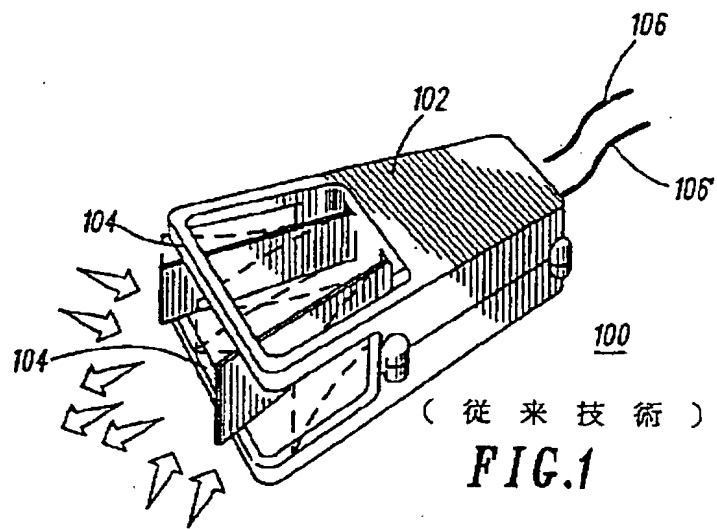
ックの目的は、ハウジングを通る軸方向空気流を生じさせることである。端部ブロックの形状は、空気流がハウジングを出る速度を制御する。端部ブロックは、顧客の仕様を満足させるように注文設計されるが、本発明の1実施形態では、空気流がハウジングを出る速度を増加するために先細にされた端部ブロックが使用される。

端部ブロックの付加的な目的は、短絡回路を防止することである。短絡回路とは、空気が真の軸方向空気流でもはや進行せずに、小さい円形パターンを生成する状況を表す技術用語である。これによって、圧電ファンの全体的な動作効率が低下し、最大質量の転送が減少する。このように、端部ブロックは、非常に有用で必要な設計特性を提供し、特有の適用に対して注文通りに形成されることができる。

本発明の圧電ファンは、特有の適用の寸法および空気流要求に応じて、その寸法を決定することができる。1実施形態では、おそらく単一の電子素子である非常に狭い限定された領域を冷却する小型ファンブレードが検討されているが、別の実施形態では、多量の電力を使用する必要がある大きいエンクロジヤを冷却するように設計された大型ファンブレードおよびハウジング用の設計であってもよい。

本発明の種々の実施形態が図示され説明されているが、当業者は、本発明の技術的範囲を逸脱することなく前記の実施形態の再構成および組合せだけでなく種々の修正および置換も行うことが可能であることを理解すべきである。

【図1】



【圖3】

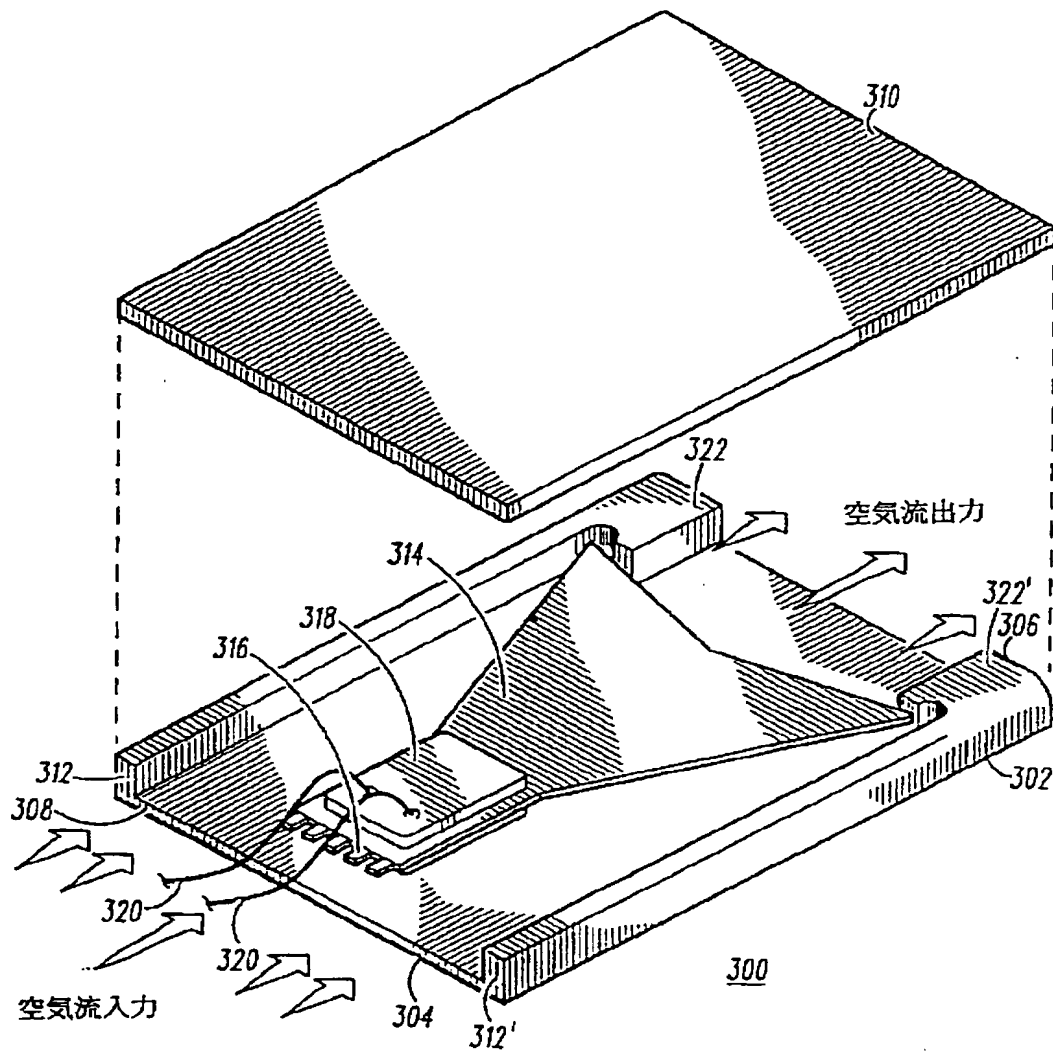
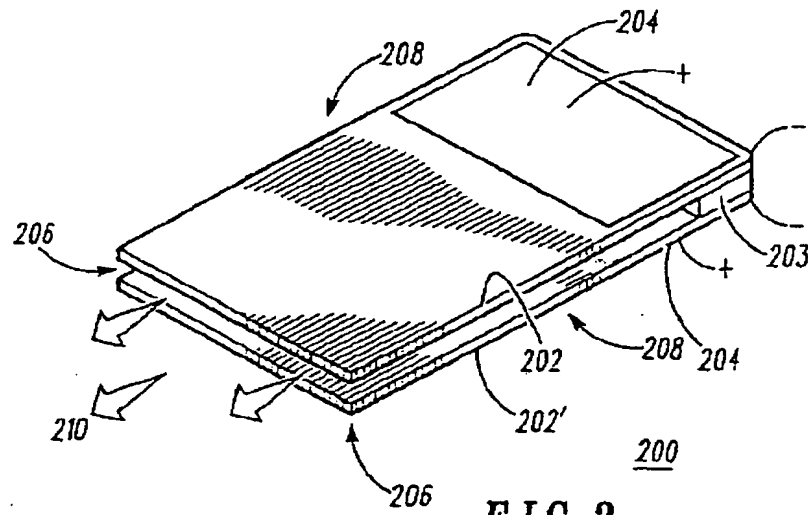


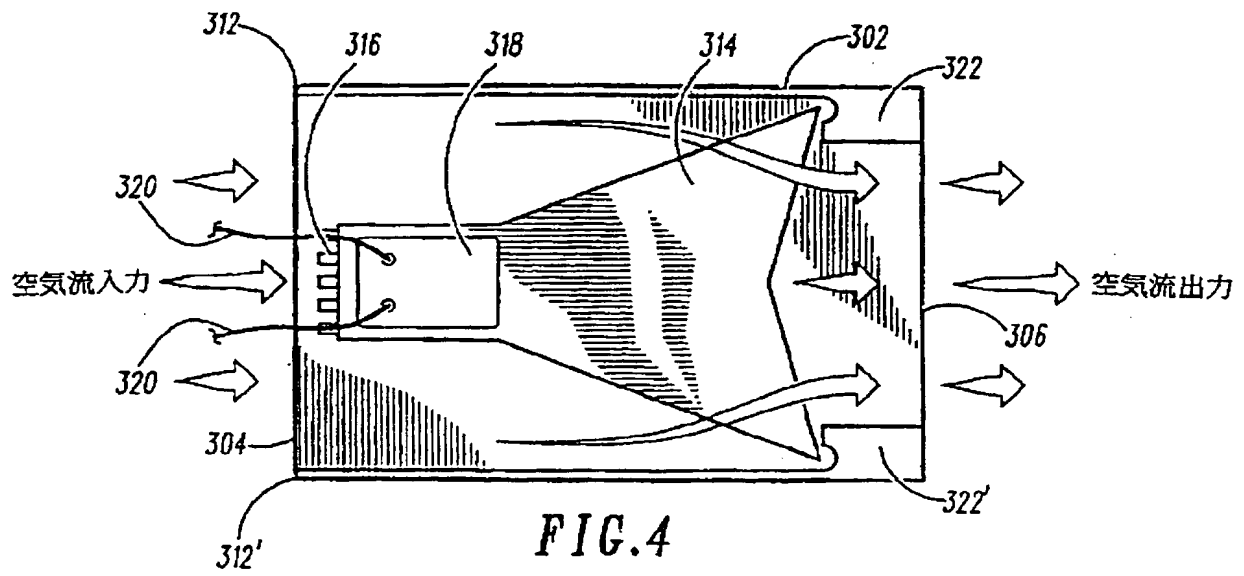
FIG.3

【圖2】



( 従 来 技 術 )

【圖4】



【図5】

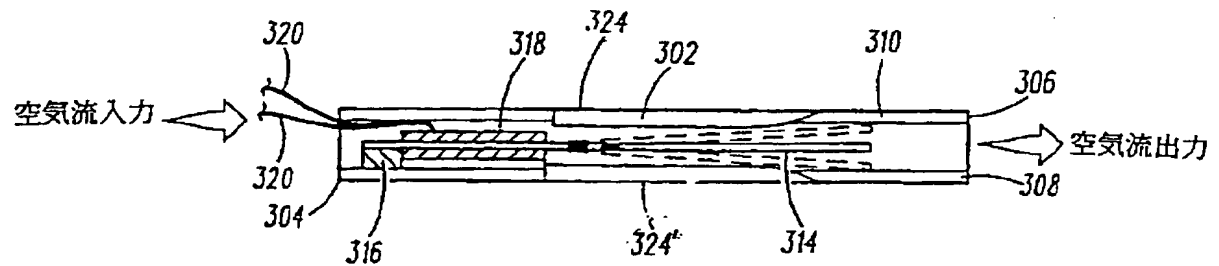
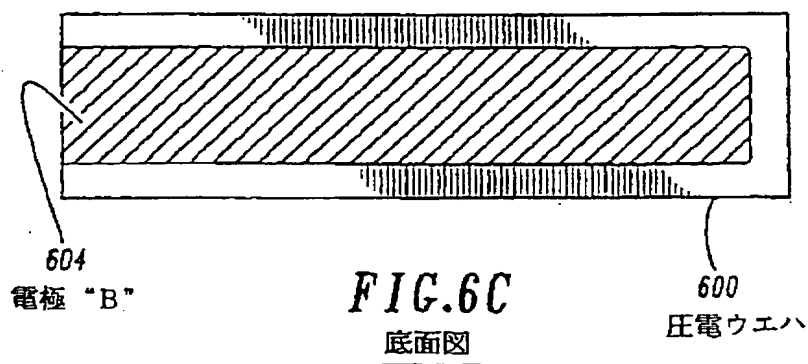
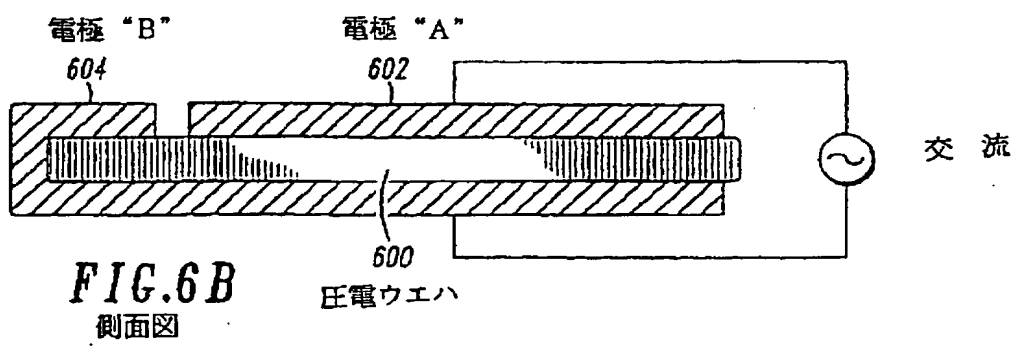
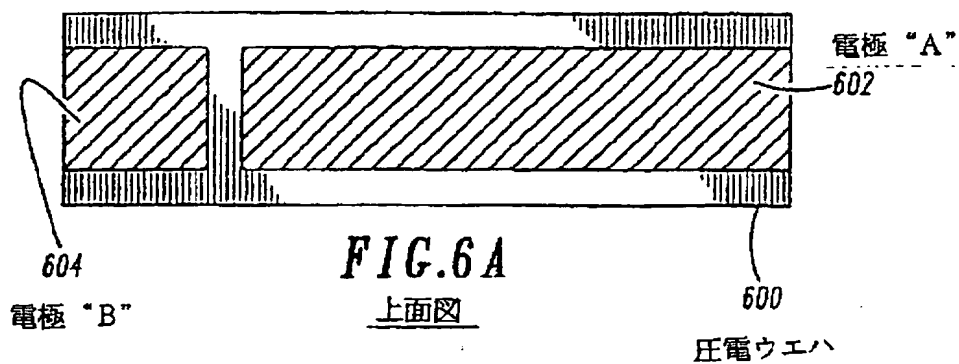


FIG.5

【図6】





【手続補正書】特許法第 1 8 4 条の 8 第 1 項

【提出日】平成 1 1 年 5 月 3 日 ( 1 9 9 9 . 5 . 3 )

【補正内容】

請求の範囲

1. 内部空洞を通る軸方向空気流を規定する幅および高さの低い側壁を有している縦方向に延在するハウジングと、

前記ハウジングの内部において高さの低い側壁に対して垂直の方向に延在する幅を有し、一方の端部だけにおいてハウジングに取付けられている単一ファンブレードと、

単一ファンブレードに取付けられて固定されている圧電素子と、

前記高さの低い側壁に平行な方向に前記ファンブレードを駆動するために圧電素子を付勢する手段とを具備していることを特徴とする高さの低い圧電ファン装置。

2. ファンブレードは、高い剛性対重量比および低い質量を有するグラファイトエポキシ材料で構成されている請求項 1 記載の圧電ファン装置。

3. ファンブレードは、取付けられていない端部と取付けられた端部とを有し、ファンブレードの取付けられていない端部がその取付けられた端部より広くなるようにテーパを有するエッジを有している請求項 1 記載の圧電ファン装置。

4. ハウジングの全体の高さは、約 0 . 5 0 8 c m ( 0 . 2 0 0 インチ) 以下である請求項 1 記載の圧電ファン装置。

5. 圧電素子を付勢する手段は、約 2 0 乃至約 1 0 0 0 ヘルツの周波数で動作することができる駆動回路を含んでいる請求項 1 記載の圧電ファン装置。

6. ハウジングは、ラップトップコンピュータの外部容器と直接一体化されている請求項 1 記載の圧電ファン装置。

7. 圧電素子は、ラップ・アラウンド電極構造を有している請求項 1 記載の圧電ファン装置。

8. ハウジングは、ブレード停止ブロックを含んでいる請求項 1 記載の圧電ファン装置。

9. 内部空洞を通る軸方法空気流を規定する縦方向に延在し、高さの低い側壁を

有しているハウジングと、

ハウジングの内側に位置され、前記高さの低い側壁に対して垂直方向の幅を有しており、一方の端部だけにおいてハウジングに取付けられ、導電性の被覆で覆

われた圧電素子をその上に有している単一ファンブレードと、

前記高さの低い側壁に平行な方向に前記ファンブレードを運動させるために圧電素子を付勢する手段とを具備していることを特徴とする高さの低い圧電ファン装置。

10. 近端部および遠端部を有し、ベースと、上部遮蔽カバーと、ベースと上部遮蔽カバーとの間の1対の高さの低い側壁とを備え、近端部における空気入口領域および遠端部における空気出口領域を含み、空気入口領域から空気出口領域に向かって軸方向の空気流を生じさせる実質的に中空で縦方向に延在するハウジングと、

ハウジングの内側に配置され、複数の垂直取付けポストによって空気入口領域付近においてハウジングに取付けられ、高い剛性対質量比を有するグラファイト合成材料で構成され、側壁の近くにおいてエッジにテーパーを有している単一ファンブレードと、

単一ファンブレードに接着材料によって取付けられて固定され、外面全体が導電性の金属被覆で覆われた圧電セラミック材料のシートを1以上含み、主面上に導線を備えた1対の電極を有する圧電素子と、

空気出口領域において側壁と単一ファンブレードの取付けられていない端部との間に設けられ、ハウジングを通る空気流を制御する1対の端部ブロックと、

圧電素子を交流で付勢する駆動回路とを具備していることを特徴とする圧電ファン装置。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US98/09084

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) : HOI 41/08 US CL : 310/330 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 310/330 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched 310/330-332; 417/413.2; 416/81 165/84 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) NONE		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,151,626 A (DEWHIRST) 29 September 1992 (29/09/92) See entire document.	1,2 AND 4-9
Y	US 4,834,619 A (WALTON) 30 May 1989 (30/05/89) See entire document.	1,2 AND 4-9
Y	US 5,008,582 A (TANUMA ET AL) 16 April 1991 (16.04.91) see entire document.	1, 2 AND 4-9
Y	US 5,381,950 A (ALDRIDGE) 17 January 1995 (17/01/95) See entire document.	1, 2 AND 4-9
Y	US 4,780,062 A (YAMADA ET AL) 25 October 1988 (25/10/88) see entire document.	1,2, AND 4-9
Y	US A 4,498,851 (KOLM ET AL) 12 February 1985 (12/02/85) see entire document.	1,2, AND 4-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 JUNE 1998		Date of mailing of the international search report <b>81 AUG 1998</b>
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer MARK BUDY <i>M. Jolly</i> Telephone No. (703) 308-3929